

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-220533

(43)Date of publication of application : 30.08.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 5/10

G02F 1/137

(21)Application number : 07-022762

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 10.02.1995

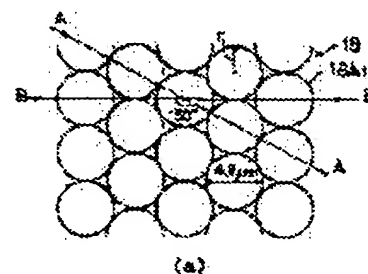
(72)Inventor : RICHIIYAADO RAN
HISATAKE YUZO

(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND MANUFACTURE OF ITS REFLECTION LAYER

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the brightness of display, contrast ratio characteristics, visual angle dependency of them, and the angle dependency of a light source and a LCD by letting the surface of a reflection layer be formed up by the close disposition of the spherical crowns of spheres each diameter of which is specified, and making the radius and height of the bottom surface of each spherical crown smaller than the radius of each sphere.

CONSTITUTION: The reflection layer (reflection plate) 18 of the reflection type LCD includes projected sections 18A1 in a spherical crown shape in the shape of its surface 18A, moreover, its bottom radius a of each spherical crown is smaller than the radius r of each sphere, and the height t of each spherical crown is smaller than the radius r of each spherical crown. In a plane view, a number of spherical crowns are closely disposed in a honeycomb structure, that is, in a hexagonal close packed disposition 6, and they are so disposed in a plane view that the density of the spherical crowns becomes highest. Moreover, the surface 18A is formed of metals high in metallic brilliance. This constitution thereby allows an angle formed by light coming in while being pivoted on the normal line with respect to the contact surface of the surface 18A, and each axis to be equal to an angle formed by light going out while being reflected, and each axis when reflection from the surface is considered at one point in the surface. Namely, light is regularly reflected at respective points in each spherical crown.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

- (19) 【発行国】 日本国特許庁 (J P)
 (12) 【公報種別】 公開特許公報 (A)
 (11) 【公開番号】 特開平 8 - 2 2 0 5 3 3
 (43) 【公開日】 平成 8 年 (1 9 9 6) 8 月 3 0 日
 (54) 【発明の名称】 反射型液晶表示素子及びその反射層の製造方法
 (51) 【国際特許分類第 6 版】

G02F 1/1335 520

G02B 5/10

G02F 1/137 500

【F I】

G02F 1/1335 520

G02B 5/10 A

G02F 1/137 500

【審査請求】 未請求

【請求項の数】 1 0

【出願形態】 O L

【全頁数】 1 5

- (21) 【出願番号】 特願平 7 - 2 2 7 6 2
 (22) 【出願日】 平成 7 年 (1 9 9 5) 2 月 1 0 日
 (71) 【出願人】
 【識別番号】 0 0 0 0 0 3 0 7 8
 【氏名又は名称】 株式会社東芝
 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地
 (72) 【発明者】
 【氏名】 リチャード ラン
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 【発明者】

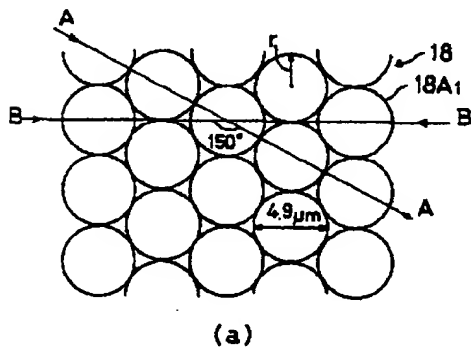
【氏名】 久武 雄三

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

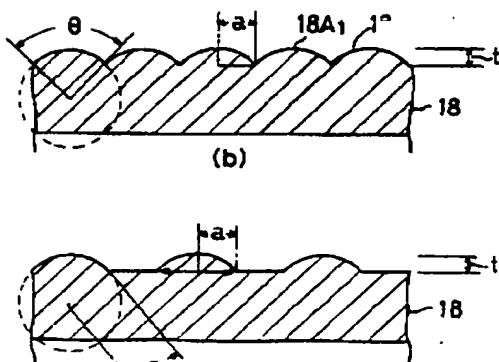
(74) 【代理人】

【弁理士】

【氏名又は名称】 大胡 典夫



(a)



(b)

(57) 【要約】

【構成】 液晶層を有する液晶セルに反射層 1 8 を配置した反射型液晶表示素子において、反射層 1 8 が多数の球冠形状をした凸部 1 8 A 1 のハニカム配列でなり、金属反射する反射面 1 8 A で構成される。その製造は、基板上に球状微粒子を間密 6 方に分散配列して固定し、その分散配列面に金属被膜を形成して得る。

【効果】 本発明により、反射率が高く視角特性に優れた反射層を得ることができ、この反射層を用いて明るくコントラスト比の高い反射型液晶表示素子可以实现できる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 1 枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及び前記液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が所定半径の球冠の稠密配列であり、前記球冠の底面の半径及び高さが前記球冠の半径より小さいことを特徴とする反射型液晶表示素子。

【請求項 2】 少なくとも 1 枚の電極付き基板、前記電極により制御される液晶層及び前記液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、半径 $30\ \mu\text{m}$ 以下の球の球冠の実質的なハニカム配列であり、前記球の半径を r とすると、前記球冠の底面の半径 a が半径 r の 0.087 倍乃至 0.707 倍であり、球冠の高さが半径 r より小さく、前記反射層の少なくとも表面が金属反射面であることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 3】 反射層が電極付き基板の電極形成面上に設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 4】 液晶層に 2 色性染料が添加されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 5】 液晶層が正の誘電異方性を示すネマティック液晶に黒色の 2 色性染料を添加したものからなり、電極付き基板の法線方向における前記液晶層の分子配列がホモジニアス配列であり、反射層と前記液晶層の間に $\frac{1}{4}$ 波長板が設けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の液晶表示素子。

【請求項 6】 反射層の表面が Al またはその合金であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液晶表示素子。

【請求項 7】 表面が平坦性のある基板上に真球形状の微粒子を平面的にみて、ハニカム配列に分散配置し結着する工程と、前記真球形状の微粒子を分散配置した前記基板表面に、前記真球形状の微粒子の半径の 0.414 倍乃至 10.473 倍の膜厚からなり、表面における光反射が金属反射となるように少なくとも表面が金属光沢のある金属ならなる 1 層以上の膜を形成する工程とからなる反射層の製造方法。

【請求項 8】 真球の半径が $30\ \mu\text{m}$ 以下である請求項 7 記載の反射層の製造方法【請求項 9】 真球分散配置前に基板表面に結着剤を塗布しておくことを特徴とする請求項 7 に記載の反射層の製造方法。

【請求項 10】 表面が平坦性のある基板上に球形の微粒子を平面的にみて、ハニカム配列に分散配置し結着する工程と、前記球形の微粒子を分散配置した前記基板表面に、前記真球形状の微粒子面上に被膜を形成して第 1 の型を形成する工程と、前記第 1 の型上に第 2 の型の材料を被着しこれを第 1 の型から分離して部分凹球面のハニカム配列面をもつ第 2 の型を形成する工程と、この第 2 の型を反射層の型として用いる反射型液晶表示素子の反射層の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、反射型液晶表示素子、これに用いる反射層の製造方法に係わる。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示素子（以下 LCD と略称）はワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ、投影形 TV、小型 TV 等に広く利用されているが、近年、バックライト不要の反射型 LCD が注目されている。反射型 LCD は、OA 機器等の表示においてバックライトを必要としないため、消費電力の低減が実現でき、携帯用に適している。反射型 LCD は、外光の光を利用しているため、LCD 自体の反射率が低いと実用上問題となる。

【0003】 反射型 LCD を、LCD 自体の反射率の観点から分類すると、偏光板を 2 枚用いる表示モード、1 枚用いる表示モード、用いない表示モードの 3 モードに分類できる。

【0004】 偏光板を 2 枚用いる表示モードとしては、例えば図 15 に示す TN 型 LCD である。ここで液晶セル 1 は、電極 4、5 に挟まれた液晶層 6、2 枚の透明基板 2、3 からなり、透明基板の両外側に 1 対の偏光板 71、72 が貼付されており、さらに一方の偏光板 72 の外面に反射板 8 が配置されている。図は電極のある変調部 A と電極のない領域の非変調部 B からなる一面素領域 p を示している。この TN 型 LCD は光路 L が、偏光板

71、72 を計 4 回、基板 2、3 を計 4 回通過する。これらの部分の透過率のうち、偏光板の透過率は少なくとも 1 回分は、原理的に 50% 以下であり、例えば偏光子の機能を果たす偏光板は実際は 40 数% である。他の偏光板や基板においてもそれ自身の吸収があるので、反射率は著しく低い。

【0005】偏光板を 1 枚用いる表示モードとしては、例えば図 16 に示す偏光板 1 枚モード ECB 型 LCD であり、図 15 と同一符号は同様部分を示す。他の図も同様である。前記 TN 型 LCD と比較して光路的に、偏光板 71 は 2 回、基板 2 も 2 回しか通過しない。前記 TN 型 LCD 同様偏光板の透過率は少なくとも 1 回分は、原理的に 50% 以下であり、実際は 40 数% である。しかしながら光路的に、偏光板 2 回、基板 2 回分の光吸収を削減できることから前記 TN 型 LCD よりは、若干反射率が高い。

【0006】これらと比較して偏光板を用いない表示モードは、例えば図 17 に示す PC-GH 型 LCD、図 18 に示す GH-HOMO 型 LCD、図 19 に示す 2 層型 GH-HOMO 型 LCD 等がある。いずれの方式も偏光板を用いないので、前記偏光板を用いる表示モードのように透過率が少なくとも 1 回分は、原理的に 50% 以下であり、実際は 40 数% である偏光板を用いない分だけ明るくなる。また、前記図 16 の偏光板 1 枚モード ECB 型 LCD 同様反射板をセル内面に設ければ偏光板 1 枚モード ECB 型 LCD 同様、基板 2 回分の光吸収を削減することができる。従って前記偏光板を用いる表示モードと比較して、反射率が著しく高くなる。

【0007】しかしながら、図 17 に示す PC-GH 型 LCD は、暗状態を得るために液晶層 61 の液晶材料に極めて強いカイラリティを与えて、強い螺旋構造の分子配列としている。ここで符号 LM は液晶分子、GH は染料を示している。これを明状態にするには、この強い螺旋構造ほどいて、且つ液晶分子 LM を垂直にチルトさせる必要がある。したがって極めて高い電圧を印加する必要がある、実用的に表示容量の大きいディスプレイには応用できない。

【0008】また、カイラリティを与えて、強い螺旋構造の分子配列である状態及び、極めて高い電圧を印加して前記強い螺旋構造ほどいた状態の 2 状態ともに、ある程度の安定性があり、電気光学特性（印加電圧に対する反射率若しくは透過率特性）にヒステリシスを生じる。このために、中間調表示（階調表示）が困難である問題を持っている。

【0009】また、図 18 に示す GH-HOMO 型 LCD は液晶層 62 が 1 方向の偏光成分しか吸収しないので、暗状態の明るさは、明状態の半分以上になり、コントラストは 2:1 以下と極めて低い値となり実用的ではない。

【0010】また、図 19 に示す 2 層型 GH-HOMO 型 LCD は図 18 に示す GH-HOMO 型 LCD と異なり配向を交差させた 2 層の液晶層 62、62 を用いることにより 2 方向の偏光成分を吸収でき、高いコントラストが得られるが、2 層の液晶層ともに駆動する必要がある、2 層の液晶層間の基板 2a の厚み分の視差が生じる。よって高精細表示には応用できなし、コストも高くなる。

【0011】また、コールとカシュノウ (H.S.Cole と R.A.Kashnow Applied Physics Letters, Vol. 30, No. 12, pp619-621 (15 June 1977)) は、GH-HOMO 型 LCD に 4 分の 1 波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型 LCD を提案している。この LCD の構成を図 20 に示す。図 20 に示す反射型 LCD は、図 21 に示すように液晶セルの液晶層 62 を出射した入射光 Li が、4 分の 1 波長板 9 を透過し、拡散反射板 8 で Lr として反射され、再び 4 分の 1 波長板 9 を透過することによって、位相を 2 分の 1 波長ずらされ、再び液晶セル 1 に入射する機能を得るものである。ここで直線偏光のみが 4 分の 1 波長板 9 によって位相が変化する。よって、図 19 に示す 2 層型 GH-HOMO 型 LCD と同様の光制御が 1 層の液晶層 62 すなわち 1 層の液晶セル 1 で得られるものである。

【0012】これら反射型 LCD は必然的に光を反射させる反射層を形成している。一般的に反射層はセルの外面に貼り付けた反射板からなる。反射板として従来は、アルミホイルをプラスチックフィルムに貼り付けた構造や、表面に凹凸を設けたプラスチックにアルミニウムを蒸着した構造、さらに白色の上質紙等を用いている。また、セル内面にアルミニウムを蒸着した構造と同様に基板表面に凹凸を設け、その上にアルミニウムを蒸着し反射層とすることも提案されている。この場合、この反射層自体を電極として用いる方式（反射電極）と反射層とは別に電極を形成する方式（この場合、反射層は反射膜）とがある。

【0013】前述したアルミホイルをプラスチックフィルムに貼り付けた反射板や、表面に凹凸を設けたプラスチックにアルミニウムを蒸着した反射板は、前記いずれの表示モードにも応用されており、セル内面に基板表面に凹凸を設け、その上にアルミニウムを蒸着し反射層とするものが、偏光板 1 枚モード ECB 型 LCD や、PC

-GH型LCDや、GH-HOMO型LCDや、2層型GH-HOMO型LCDへ応用することが検討されている。これらの表示モードは反射層と液晶層の間に光制御を行う光学媒体（偏光板や位相差板）を必要としないため、光学媒体を反射層上、つまりセル内面に形成する必要がなく比較的容易にセルを作製することが可能である。

【0014】また、白色の上質紙からなる反射板は、反射層における光反射が表示の明暗を制御する光制御にかかわっていない表示モード、つまり偏光板1枚モードECB型LCDやGH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCD以外の表示モードへの応用がなされている。

【0015】これら反射型LCDにおける反射層は、表示の「明るさ」及び「コントラスト比」特性、及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性に大きく影響を及ぼす。

【0016】従来の反射型LCDに用いられる反射層は、前述した表示の「明るさ」及び「コントラスト比」特性、及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性が十分なものではなく、「明るさ」及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性を決め得る反射層の反射率及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性は低く狭いものであり、したがって「コントラスト比」についても同様悪かった。さらに、反射層における光反射が表示の明暗を制御する光制御にかかわっている表示モード、つまり偏光板1枚モードECB型LCDやGH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCDに従来の反射層を用いた場合は、反射層で光が反射する際に、反射層に入射した光の偏光状態が著しく変化して反射され、表示の制御に影響して「コントラスト比」特性を低下させていた。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の反射型LCDに用いる反射層は、表示の「明るさ」及び「コントラスト比」特性、及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性が十分なものではなく、特に反射層における光反射が表示の明暗を制御する光制御にかかわっていない表示モード、つまりは偏光板1枚モードECB型LCDやGH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCD以外の表示モードに従来の反射層を用いた場合は、反射層で光が反射する際に、反射層に入射した光の偏光状態が著しく変化して反射され、表示の制御に影響して「コントラスト比」特性を低下させていた。

【0018】本発明は、これら問題点を改善、解決し、反射型LCDに用いる反射層は、表示の「明るさ」及び「コントラスト比」特性、及びそれらの視角依存性、光源とLCDとの角度依存性が著しく優れた反射型LCDに用いる反射層の構成、材料及びその製造方法を提案することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述した問題点を解決する手段として、少なくとも1枚の電極付き基板、及び前記電極により制御される液晶層、及び前記液晶層を透過した光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が所定径の球の球冠の稠密配列であり、前記球冠の底面の半径及び高さが前記球の半径より小さいことを特徴とする反射型液晶表示素子を得るものである。

【0020】また、少なくとも1枚の電極付き基板、及び前記電極により制御される液晶層、及び前記液晶層を透過する光を反射する反射層を有する反射型液晶表示素子において、前記反射層の表面形状が、半径30 μ m以下の球の球冠の実質的なハニカム配列であり、前記球の半径をrとすると、前記球冠の底面の半径aが半径rの0.087倍乃至0.707倍であり、球冠の高さが半径rより小さく、前記反射層の少なくとも表面が金属反射面であることを特徴とする液晶表示素子を得るものである。

【0021】さらに、反射層が電極付き基板の電極形成面上に設けられている液晶表示素子を得るものである。

【0022】さらに、液晶層に2色性染料が添加されている液晶表示素子を得るものである。

【0023】さらに、液晶層が正の誘電異方性を示すネマティック液晶に黒色の2色性染料を添加したものからなり、電極付き基板の法線方向における前記液晶層の分子配列がホモジニアス配列であり、反射層と前記液晶層の間に4分の1波長板が設けられている液晶表示素子を得るものである。

【0024】さらに、反射層の表面がAlまたはその合金でなる液晶表示素子を得るものである。

【0025】さらに、表面が平坦性のある基板上に真球形状の微粒子を平面的にみて、ハニカム配列に分散配置し結着する工程と、前記真球形状の微粒子を分散配置した前記基板表面に、前記真球形状の微粒子の半径の0.414倍乃至10.473倍の膜厚からなり、表面における光反射が金属反射となるように少なくとも表面が金

属光沢のある金属ならなる1層以上の膜を形成する工程とからなる反射層の製造方法を得るものである。

【0026】上記において、真球の半径はが $30\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0027】さらに、真球分散配置前に基板表面に結着剤を塗布しておく反射層の製造方法を得るものである。

【0028】さらに、表面が平坦性のある基板上に真球形状の微粒子を平面的にみて、ハニカム配列に分散配置し結着する工程と、前記真球形状の微粒子を分散配置した前記基板表面に、前記真球形状の微粒子面上に被膜を形成して第1の型を形成する工程と、前記第1の型上には第2の型の材料を被着しこれを第1の型から分離して部分凹球面のハニカム配列面をもつ第2の型を形成する工程と、この第2の型を反射層の型として用いる反射型液晶表示素子の反射層の製造方法を得るものである。

【0029】

【作用】以下、本発明の作用について、図面を用いて、詳細に説明する。

【0030】一般的に反射型LCDは、システム上に光源を具備していない。つまり外光を利用して表示しているため、光源は用いる環境により変化する。殆どの環境においてLCDに入射する光は完全に拡散しておらず、且つ種々の角度から入射する。このため、仮に反射型LCDの反射層において入射光がすべて正反射すると反射型LCDは背景を写す鏡となり、表示を認識することが困難となる。また、入射光強度の強い方向の正反射方向以外の方向から観察した場合、反射する光は殆ど得られず暗い表示しか観察できない。したがって、反射型LCDにおける反射層では、ある程度以上の拡散性を持った反射特性が必須である。従来用いていた反射層（反射板）は、この拡散性を持った反射特性を得るために表面に凹凸のある基板上に反射率の高い金属を蒸着したり、強い光拡散性を得るために紙を用いたりしていた。

【0031】しかしながら、従来の表面に凹凸のある基板上に反射率の高い金属を蒸着した反射板は、光拡散性を得ることができるものの、全体の反射率を高めるための最適な設計はなされておらず、反射率は低い。また、紙を用いた反射板は反射板自体の光吸収が強く、拡散性は極めて優れているが、反射率は著しく低かった。

【0032】また、前述したように反射層における光反射が表示の明暗を制御する光制御にかかわっている表示モード、つまり偏光板1枚モードECB型LCDやGH-HOMO型LCDに4分の1波長板と拡散反射板を加えた構成の反射型LCDに、従来の反射層を用いた場合

は、反射層で光が反射する際に、反射層に入射した光の偏光状態が著しく変化して反射され、表示の制御に影響して「コントラスト比」特性を低下させていた。

【0033】図3は本発明との比較のために、従来の反射板8の基本構造の一例を図式化したものである。図3(a)は、A1蒸着タイプ、図3(b)は紙タイプである。A1蒸着タイプでは平坦部分8aが多く、その分、正反射方向以外での反射率が低い(図中ハ)。また、反射層8での反射回数が2回以上となる領域8bや方向も多数ある(図中イ、ロ)。いずれの反射においても金属反射をなしているが、たとえ金属反射をしていても反射するごとに必ず吸収を伴う。金属反射率が高いとされるアルミニウムや銀でも、1回の反射につき、5~10%の吸収を伴う。これにより、反射表面8Aでの反射回数が2回以上あるとその分、反射率は低下する。これらのことから、図3(a)のような形状では、高い反射率は得られない。また、反射回数が2回以上ある領域と1回だけの領域とで、反射層に入射した光の偏光状態が異なり、反射光の偏光状態が制御できない。

【0034】図3(b)の紙タイプでは、屈折効果等より、図3(a)以上に光1の拡散性が高いが、A1蒸着タイプ以上に反射回数が多く、また透過する光1tも多く、吸収される光も多い。よって、反射率は著しく低く、また、入射した光の偏光状態は殆ど破壊される。

【0035】このように、従来の反射板は十分な反射率と偏光を維持した反射が得られていない。

【0036】図1は本発明による反射型LCD用反射層（反射板）の構造の一例を説明するものである。図1(a)は平面図であり、図1(b)はA-A線に沿う断面を、図1(c)はB-B線に沿う断面を示している。また、図2は図1に示す反射板を用いた反射型LCDの構造の一例を示すものである。

【0037】図1に示すように本発明の反射型LCDの反射層（反射板）18は、第1に、その表面（反射面）18Aの形状が図1(b)の断面のように、球冠形状の凸部18A1を有している。且つこの球冠の底面（円形状）の半径aが球の半径rの0.087倍乃至0.707倍となっている。つまり、球冠の高さtは半径rより小さく、球冠を断面でみた場合の扇型の中心角が 10° 乃至 90° となる。

【0038】また、第2に、平面的には、多数の球冠がハニカム構造すなわちほぼ稠密6方配列に配列されており、前記球冠が平面的に見て、最も密度が高くなるように配列される。

【0039】第3に、その表面18Aが金属光沢のある金属から形成されている。このため、表面における反射を球面の1点で考えると、図4に示すように、表面（反射面）18Aの接面18pに対する法線zを軸として入射する光Liと軸のなす角度と反射され出射する光Lrと軸のなす角度 ω は等しい。つまり球冠の各点で、いずれも正反射する。

【0040】ここで本発明の反射層の反射特性を平面的に考えてみる。図5は本発明の反射層の光反射機構を断面（2次元的）に示したものである。図に示すようにある方向から入射した光（図中liニ～ヌ）の反射方向は種々の方向となる。これは、図4に示すように、本発明の反射層は点でみれば正反射しているが、表面形状が球面（真球面）となっているので一つの球冠18A1の表面上には同一の方向の接面を持つ点が存在しない。従って、一方向から入射した光liは全て異なる方向に反射される。また、逆に観察する側から考えた場合、図に示すように観察者（図中O）の方向に出射される光lrは一つの球冠18A1上では全て異なる方向から入射した光である（図中ル～タ）。反射型LCD10の表示に用いる光は外光であり、液晶層を透過して反射層18に入射する光は、種々の方向から入射する平行に近い光である。よって、観察者は種々の方向から入射する光の反射を観察することになり、つまりあらゆる方向から入射する光を観察することとなるので明るい表示を観察することになる。しかも一方向から入射する光は種々の方向に反射される。

【0041】本発明はさらに、第4に、球冠の半径rが $30\mu\text{m}$ 以下とする。したがって球冠のピッチはその半径rの $2\sin(\theta/2)$ 倍（ θ は中心角）（本発明の場合 10° 乃至 90° ）であるので、LCDの殆どの画素サイズレベルもしくはそれ以下のピッチとなる。したがって、観察者にとっては、反射層が背景を写す鏡にはならない。

【0042】球冠のサイズの一例は半径rが $3.5\mu\text{m}$ 、底面半径は $4.9/2\mu\text{m}$ である。

【0043】さらに、同様に球冠の大きさを、その円弧が描く球面の中心角 θ が 90° より大（ $\theta=180^\circ$ とした）を考えてみると、図6に示すように本発明の反射層同様拡散反射はなされるものの、図中（ち～ぬ）に示す入射光は2回以上の反射をして出射されている。このように、球冠の中心角 θ が 90° より大きくなると2回以上の反射を生じる頻度が高くなる。

【0044】図7は、種々の中心角 θ からなる球冠の凸面を持つ反射層に、He-Neレーザーを種々の角度 ϕ から入射し、1回のみ反射で出射する光の比率

（反射層の面積比）を測定した結果である。図から球冠の中心角 θ が小さい程、比率が高くなることがわかる。つまり θ が小さいほど2回以上の反射の頻度が少なくなり、その分反射層での光吸収が減り、また、偏光の維持度合いも高まる。しかしながら、あまり θ が小さすぎると光の拡散性が弱くなり光の利用効率が下がるし、観察者にとって背景を写す鏡となってしまう。

【0045】そこで発明者等は図22に示す測定系によってサンプル43の拡散反射率と偏光維持率の θ 依存性を測定した。拡散反射率は 30° の入射角から入射させた光源41、42からの2方位の入射光に対して法線方向での輝度を輝度計40で測定し、標準白色板の輝度を1（100%）として評価した。また、偏光維持率は入射光を直線偏光として、法線方向に前記直線偏光の偏光軸と直交するように吸収軸を配置した偏光板を輝度計の手前に配置し完全な正反射をなすA1の鏡の輝度を1（100%）として評価した。拡散反射率の測定結果を図8に、偏光維持率の測定結果を図9に示す。図から明らかなように θ が 90° より大となると拡散反射率、偏光維持率ともに低下し、また、 θ が 10° 以下では拡散反射率が著しく低下する。したがって、本発明のように球面状の表面形状からなる金属反射面を反射層として用いる場合、その球冠の中心角 θ は 10° 乃至 90° とするのが望ましい。

【0046】ここで反射層を平面的に見た場合、球冠のピッチ、密度は反射率に依存する。本発明の反射層は一つの球冠につき、一方向に反射される光は1点しか存在しない。従って一方向に反射する光の量は相対的にみてピッチが小さい程多くなる。しかしながらピッチを可視光波長に近づけすぎると、光回折現象が生じたり、光が干渉したりして、偏光が破壊されたり、反射光が着色したりして問題となる。こうした問題が発生しないピッチは用いる表示モードやセルの構造により異なるのでそれぞれに応じて対処すればよい。

【0047】例えば光干渉を起こさないようにするには球冠ピッチを $2.5\mu\text{m}$ 以上にするのがよい。また、球冠配列方向例えば図1、A-A選、B-B線と素子の画素配列方向を非平行に僅かにずらすことによりモアレの発生の原因になる干渉を生じないようにすることができる。

【0048】ここで、図1に示すように、本発明の反射層は球冠（球冠）状の凸部が平面的にみて稠密6方すなわちハニカム構造の配列をなしている。したがって、平面的にこの凸部が占める割合は、およそ90.69%と高く、殆どの面積を占めている。したがって、仮に前記凸部以外の領域を平坦にしても、この領域は、ほぼ正反射をなすので全体としては拡散反射率に殆ど影響を及ぼさない。しかしながら、この領域にさらに底面の小さい同様の球冠からなる凸部を設ければ全体の特性はさらに向上する。

【0049】図2に示すように、本発明の反射層18は、別途、反射層単体を作り、糊等の結着剤を用いて液晶セル11に貼り合わせて用いればよい。

【0050】ここに液晶セル11は、電極14をもつ観察側基板12と、電極15をもつ対向基板13間の間隙に液晶層16を配置し、同間隙をシール剤で封止した構造を有している。符号11bは間隙剤、LMは液晶分子、GHは染料、19は4分の1波長板を示す。

【0051】この場合、反射層を液晶セル作製工程とは、別に作製することができるのでLCD全体の製造コストは少なく済む。しかしながら、表示モードの光制御において、液晶層の前後面に偏光板や位相差板のような光学フィルムを配置する必要がない表示モード（例えば図17、19に示す表示モード）では、前述した本発明の反射層を基板上に設けて、これを基板として用いることが容易であり、こうすれば、LCDの構成材料は簡略化できるし、別途ガラス等の基板を用いる場合と比較して、その分の光吸収を防ぐことができ、表示の明るさが向上する。

【0052】さらに本発明の反射層は、少なくとも表面が金属からなるものなので、この反射層自体を電極として用いることもできる。また、本発明の反射層上に偏光板や位相差板を形成すれば、前述したいずれの表示モードに対しても適用できる。よって、本発明の反射層はセル内面に設けること（セルが基板1枚から構成されている場合、電極形成面上に設けることを意味する）が可能であり、こうすることによって、さらに反射率等の特性を高めることができる。

【0053】また、本発明の反射層すなわち反射板は、少なくとも従来の反射板より反射率が向上するので、全ての反射型LCDに適しているが、特に2色性染料を添加した液晶材料を用いる表示モード（前述した図2、図17、18、19、20に示す表示モード）に適用した場合、極めて大きい効果が得られる。これは2色性染料

を添加した液晶材料を用いる表示モードでは入射する光が液晶セル（反射層以外）において殆ど吸収されず、なおかつその光吸収にはほとんど視角依存性がないため、本発明の反射層の作用、効果が十分に得られるからである。

【0054】特に図2や図20に示す4分の1波長板を用いる表示モードでは、反射層において偏光を維持した反射が必要なので本発明の反射層を用いれば極めて効果が高い。つまり、本発明の反射層は、前述した2色性染料を添加した液晶材料を用いる表示モードに応用すれば、より優れた特性向上が得られるわけである。

【0055】また、本発明の反射層の反射面（表面）に用いる材料は可視光に対する反射率が高いものであれば前述した効果が得られる。中でもアルミニウムや銀は金属反射率が高いので特に優れる。しかしながら、銀は腐食性が高いのでその扱いが容易ではない。また、単体では反射率に波長依存性があり、若干の色付きを生じる。したがって、安価で耐蝕性に優れたアルミニウム及びその合金が特に優れている。本発明の反射層は反射面が金属光沢のある金属で、十分な反射率の得られる膜厚であればその下地はなにでもよい。よって、一体で形成するのが有利な場合（例えば鋳型で製造する場合）は全体を反射面に用いる材料で形成すればよいし、LCDに可撓性を持たせる場合は、可撓性のあるフィルム上に表面のみ金属光沢のある金属としてもよい。

【0056】また、反射層の球冠形状は、真球面の他、部分楕円面、部分放物面などで形成することができる。

【0057】さて、こうした本発明の反射層（反射板）は、微細な凹凸パターンからなっているので、製造は簡単ではない。そこで本発明の反射層を容易且つ安価に製造する方法について図10により説明する。図10は、本発明の反射層を容易且つ安価に製造する製造方法のフローチャートである。

【0058】（a）工程—微粒子散布まず、プラスチック、ガラス等の平坦性のある基板50上にLCDに用いるスペーサ等、球状の微粒子（真球形状）51を散布する。この時、球状の微粒子が前述したハニカム構造に分散するように密度を高くして分散させる。

【0059】（b）工程—ハニカム構造に分散まず、基板50上に十分な数の微粒子51を散布した後その上に平坦性の高いフィルム52を載せて均一な圧力を印加しながら基板平面方向にスライドさせる。こうすれば、微粒子は単層になり、且つ凝集して配置するので前述したハニカム構造が容易に形成できる。この時、ベースフィ

ルムとなる基板にあらかじめ糊等の付着性のある液体を薄く塗っておけば、微粒子はベースフィルムとなる基板側に結着される。

【0060】(c)工程一膜被覆しかる後、この上にアルミニウム等の金属被膜53を蒸着すればよい。ここで、微粒子として反射層の反射面に用いる金属を材料としたものを用い、蒸着のかわりに電着にて表面に金属膜を形成すれば、表面は完全に導通させることができ、反射層を電極として用いることが可能となる。また、同様の効果は、導通性の高い金属を表面にメッキした球状微粒子51aを用いても得られる。このように表面のみならずその下地も金属とすれば、反射層の基板に対する密着性は優れたものとなる。金属膜の下地に所定の膜厚を得る中間被膜54を形成してもよい。

【0061】ここで、この方法により本発明の反射層を形成するには、前述した球冠の中心角 θ を所望の値とするために微粒子上の膜の膜厚は微粒子の半径の0.414倍($\theta=90^\circ$ の場合)乃至10.473倍($\theta=10^\circ$ の場合)とすればよい。膜厚が厚くて蒸着では均一性を得るのが困難な場合は、別途膜厚を得るための中間膜を設けるか、前述した電着を用いた手法を用いればよい。

【0062】さらに、大量に生産する場合は、こうして得られた反射板を第1の型として、この表面にプラスチック等のベースフィルムを被着して、第1の型から分離して、部分凹球面の凹みが稠密に配列された第2の型をつくり、この第2の型をもとにして反射層をつくれば安価に大量に生産することが可能となる。

【0063】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を用いて詳細に説明する。

【0064】(実施例1) 0.7mm厚で120mm×90mmのガラス基板上に粘度が60cpsのポリアミク酸HL-1100(商品名(株)日立化成製)を600Å(オングストローム)の厚みでスピンコートし、5分程、室温で乾燥させた後、前記ポリアミク酸膜上に真球状の微粒子としてマイクロパール(商品名(株)積水ファインケミカル製)(粒径7.0 μ m)を散布し、しかる後、0.7mm厚で150mm×150mmの基板を上に乗せ軽く押しながら基板長手方向にスライドさせた。しかる後上に載せた基板を外し、150℃、2時間の焼成を行い、前記ポリアミク酸を硬化させ、前記真球状の微粒子を基板上に固着させた。ここで、前記真球状の微粒子の分散状態を目視、顕微鏡観察で調べたところ、前

記微粒子は単層で、且つほぼ平面的に見て図1(a)に示すようなハニカム構造に配列していた。

【0065】しかる後、粘度が120cpsのポリアミク酸HL-1100(株)日立化成製)を1 μ mの厚みでスピンコートし、150℃2時間の焼成を行い、前記ポリアミク酸を硬化させた。しかる後常温でアルミニウムを5000Å蒸着し、本発明に用いる反射板を得た。図1に示すように、本実施例で作製した反射板18は表面に球冠状の凸部18A1を有し、反射面18Aは金属光沢のあるAlからなり、球冠は平面的にハニカム構造に配置され球冠の半径rは3.5 μ mであり、球冠の底面の半径aはおおよそ4.9 μ mとなっている。また球冠の凸部以外の領域は、ほぼ平坦な凹状になっていた。

【0066】こうして得られた本発明の反射板の反射率を図22の測定系にて前述した標準白色板を基準とした方法にて測定したところ、反射率は300%と極めて高い値となった。また、光線の入射角を30°から60°に変えて測定したところ、反射率は150%と高かった。反射光はほぼ無彩色であった。

【0067】図11は本実施例の液晶表示素子10を示すものであり、観察側基板12とその対向基板13は各対向する面にそれぞれ電極14、15を有し、両基板12、13の間隙に液晶層16を挟んでなる液晶セル11と、対向基板13の外面に貼付した4分の1波長板19と、さらに4分の1波長板19面に上述構成の反射層(反射板)18を貼付した構造を有する。

【0068】両基板12、13は、0.7mm厚のガラス基板であり、一方の基板すなわち対向基板13は図11(b)、(c)に示すようなMIM素子20付き基板である。図11(b)は一画素の電極15の形状を示し、図11(c)は有効表示領域131の形状を示している。画素数は横480×縦320であり、各画素pはMIM素子20をスイッチング素子としw有し、一画素電極サイズは180 μ m×180 μ mである。

【0069】また、観察側基板12として図11(d)、(e)に示すITOストライプパターン電極14を形成した基板を作成した。ここで図11(d)は一画素に該当するパターン形状を示し、図11(e)は、有効表示領域121の形状を示している。図11(d)に示すITOストライプパターン電極14を形成した基板のストライプパターン幅は180 μ m(ライン幅175 μ m)である。

【0070】これら2枚の基板12、13に、配向膜21、22としてポリイミド配向剤(商品名AL-105

1、(株)日本合成ゴム製)を有効表示領域に印刷、焼成し、前記ITOストライプパターンと平行であり、且つ対向する基板間で向きが 180° 逆となる方向にラビングする。しかる後、観察側基板12に粒径 $8\mu\text{m}$ の基板間隙材23(商品名マイクロパール、(株)積水ファインケミカル製)を散布密度 $100/\text{mm}^2$ にて散布し、対向基板の有効表示領域周辺に 5mm 幅の開口部を設けた周辺シールパターンをスクリーン印刷法にて形成した。ここで用いたシール材料は1液性エポキシ樹脂(商品名XN-21、三井東圧化学(株)製)である。

【0071】しかる後、前記2枚の基板12、13を電極面が対向するようにして重ね合わせて、基板間隙が前記基板間隙材23の粒径と等しくなるよう加圧しながら 180°C で2時間焼成し、本実施例の液晶表示素子10に用いる空セルを得た。しかる後、前記空セルに液晶材料として正の誘電異方性を示すネマティック液晶材料(商品名ZLI-4801-100、(株)メルクジャパン製。 $\Delta n=0.1055$ 。 $\Delta\epsilon=+4.9$)に黒色の染料(商品名LA103/4、(株)三菱化成製)を2.0wt%添加したものを減圧注入法にて注入して液晶層16とし、前記周辺シールパターンの開口部を紫外線硬化樹脂(商品名UV-1000、(株)ソニーケミカル製)にて封止し、本実施例のLCDに用いる液晶セル11を得た。

【0072】このセルに4分の1波長板19および上述の反射板18を貼り付けて素子(LCD)10を得た。

【0073】こうして得られたLCDは、観察側基板12から入射した光が液晶セル11を透過して反射層18で反射し、再び液晶セル11を透過して観察側基板から出射するが、電極14、15で制御される液晶層16により光スイッチングする。反射層18で反射し液晶セル11を透過した光を測定し、LCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。測定はサンプル43の配置位置の中央から法線方向の位置に距離 30cm で輝度計40を配置し、ほぼ同じ高さに前記法線方向と 30° の角度をなす方向に図示するように赤緑青3波長に発光する高演色性蛍光灯41、42を2灯配置して、サンプル43部分の照度が 580 ルクスとなるようにして、標準拡散板(MgO板)の輝度を測定し、この輝度を反射率100%とし、サンプルの反射率及びコントラスト比を測定した。

【0074】液晶層への印加電圧が 4V となるようMIM素子を用いて全面(全画素)に電圧を印加して反射率を測定したところ、反射率は68%と極めて高い値であ

り、また、液晶層への印加電圧が 0V と 4V となるようMIM素子を用いて全面(全画素)に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ、12:1で高く、反射率同様に角度依存が少なく、視角、光源の環境に左右されることが従来より少なくなっていることがわかった。

【0075】(比較例1)実施例1における反射板としてアルミホイルの梨地状の粗面を反射層として、実施例1と同様にポリビニルアルコールを結着剤として実施例1のセルに貼り合わせて、LCDを試作した。

【0076】実施例1同様にして、反射率とコントラスト比を測定したところ、反射率は62%と実施例1よりも低く、コントラスト比も同様に9:1と実施例1に及ばなかった。

【0077】また、反射板単体の特性をず25の装置で測定したところ、光源の入射角 30° で150%、 60° で12%と実施例1の反射板よりも低い反射率であった。

【0078】(実施例2)粒径が $0.03\mu\text{m}$ 以下のセラミック粒子を水に溶かし、実施例1で作製した反射板上に塗布し、室温にて12時間乾燥させ、しかる後、 1100°C で2時間焼成し、実施例1で作製した反射板の型を作った。

【0079】この型を用いて、ポリカーボネイトにて、 0.3mm 厚の基板を作製した。しかる後、凸部を有する面に、常温でアルミニウムを 3000\AA の膜厚に蒸着し、共通電極を兼ねた本実施例の反射電極付き対向基板を得た。

【0080】こうして得られた本実施例の反射層の反射率を実施例1同様、図22の測定系により測定したところ、反射率は300%と、実施例の特性が完全に再現されていることが確認できた。また、図22における光源の入射角を 30° から 60° に変えて測定したところ、反射率は150%と、同様に実施例1の特性が完全に再現されていることが確認できた。また、反射光はほぼ無彩色であった。

【0081】しかる後、観察側基板12として図12に示すようなTFT素子20A付き基板を作成した。

【0082】まず、ガラス基板の上にゲート配線24、信号線配線25、TFT素子20Aを形成し、しかる後基板全面にITOを 2000\AA の膜厚にて成膜しフォトリソグラフィ法にてパターンニングし、画素電極を得た。

【0083】こうして得られた2枚の基板を用い、これらの基板に配向膜として垂直配向性を示す配向膜JALS-214-R14(商品名、(株)日本合成ゴム製)

を膜厚600Åにて塗布し、180℃にて1時間焼成し、しかる後、配向処理を施さずに、基板間隙材散布工程からシール焼成の工程を実施例1同様の製法、材料、条件で行い、空セルを作製した。

【0084】しかる後、実施例1に用いた液晶材料にカイラル材S-811（商品名、（株）メルクジャパン製）を8wt%添加して、螺旋ピッチが1.2μmとなり前記空セルの基板間隙にて、液晶分子及び染料分子が螺旋状に配列し、かつ配向膜表面以外の液晶層中心部で螺旋の軸がセル基板法線から、平面方向に倒れた分子配列になるようにして、実施例1同様の方法にて注入し、実施例1同様に注入口を封止して本実施例のLCDを得た。本実施例は図17に示す配置となりGH-PC型の表示モードで動作する。

【0085】実施例1同様、本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。液晶層への印加電圧が15Vとなるよう全TF-TM素子をスイッチングして全面（全画素）に電圧を印加したところ、反射率は70%と極めて高い値となり、また、液晶層への印加電圧が0Vと15VとなるようTF-T素子を用いて全面（全画素）に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ15:1ときわめて高い値を示した。

【0086】（実施例3）図13に示すように、観察側基板12と対向基板13に0.7mm厚のガラス基板を用い、一方の基板12にライン幅175μm、スペース5μm、ライン数480本のITOストライプ電極を形成し、他方の基板13にライン幅175μm、スペース5μm、ライン数320本のITOストライプ電極を形成した。本実施例の有効表示領域は実施例1と同じである。

【0087】各々の基板12、13に配向膜として、ポリイミド配向剤（商品名、AL-1051、（株）日本合成ゴム製）を有効表示領域に印刷、焼成し、基板12の配向膜に矢印12a方向、基板13の配向膜に矢印13aの方向に各々ラビングして、しかる後、観察側基板12に基板間隙材23として粒径8μmのマイクロパール（商品名（株）積水ファインケミカル製）を散布密度100/mm²にて散布し、対向基板13の有効表示領域周辺に5mm幅の開口部を設けた周辺シールパターンをスクリーン印刷法にて形成した。ここで用いたシール材料は1液性エポキシ樹脂XN-21（商品名、三井東圧化学（株）製）である。

【0088】しかる後、前記2枚の基板12、13を電極ストライプが直交するようにその電極面を対向して重

ね合わせて、基板間隙が前記基板間隙材の粒径と等しくなるよう加圧しながら180℃で2時間焼成し、本実施例の液晶表示素子に用いる空セルを得た。しかる後、前記空セルに液晶材料として正の誘電異方性を示すネマティック液晶材料ZLI-4801-100（商品名、（株）メルクジャパン製。Δn=0.1055。Δε=+4.9）を減圧注入法にて注入し液晶層16とし、前記周辺シールパターンの開口部を紫外線硬化樹脂UV-1000（商品名、（株）ソニーケミカル製）にて封止し、本実施例のLCDに用いる液晶セルを得た。

【0089】しかる後、観測側基板12外面にリタレーション値844nmの位相差板（ポリカーボネイト製、（株）日東電工製）19を図13（a）に示す方向に光軸19aを合わせて貼付けた。また、さらに、位相差板19の外面に、偏光板17を図に示す方向に吸収軸17aを合わせて貼付けた。しかる後、対向基板13の外面に、実施例1で作製した反射板18を張り合わせた。貼合わせには、高屈折率透明高粘性液体RTZ-206（商品名、（株）触媒化成工業製、屈折率1.9）を糊として用いる。

【0090】こうして得られた本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を、実施例1同様、図22に示す測定装置で測定した。本実施例のLCDは図16に示すようなECB型のLCDであり、液晶層のリタレーション（電圧を印加していない状態で約844nm）を電界にて制御するものである。液晶層の分子配列はホモジニアス配列をなしており、電界を印加すると液晶分子は垂直に配列し、リタレーションが減少する。本実施例では初期のリタレーション値を大きく設定しているので、僅かな電圧の変化で著しくリタレーション値が変化する。従って電気光学特性が急峻であり、マルチプレックス駆動が可能となる。本実施例では、1/320 duty駆動にて駆動した（実効電圧は、約2.5Vであった）。この駆動法にて全面（全画素）を白表示として反射率を測定したところ、反射率は42%と高い値であり、また、全面（全画素）を黒表示として反射率を測定し、コントラスト比を測定したところ、22:1と極めて高い値であった。

【0091】（実施例4）実施例1における反射層18の反射面に用いる金属として銀を用いて実施例1同様の条件、製法、材料にて本発明の反射層（反射板）を作製した。また、実施例1にて作製した液晶セルに実施例1同様にして、本実施例の反射板を貼り合わせて、本実施例のLCDを得た。

【0092】こうして得られた本実施例の反射層の反射率を図25の測定系にて前述の標準白色板(MgO板)を基準とした方法にて測定した。反射光は、若干黄色く色づいていたが、反射率は330%と実施例1と同様高い値であった。

【0093】また、実施例1同様に、本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定装置で測定した。液晶層への印加電圧が4VとなるようMIM素子をスイッチングし、全画素に電圧を印加して反射率は70%と実施例1同様きわめてたかい値となった。また、液晶層への印加電圧が0Vと4VとなるようにMIM素子を用いて全画素に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ、12:1と大きい値を得た。

【0094】(実施例5) 実施例1同様、0.7mm厚で120mm×90mmのガラス基板上に粘度が60cpsのポリアミク酸HL-1100(商品名、(株)日立化成製)を600Åの厚みでスピンコートし、5分程度、室温で乾燥させた後、ポリアミク酸膜状に粒径7.0μmの真球状の導電性粒子ニッケルマイクロパール(商品名、(株)積水ファインケミカル性)を散布し、しかる後、0.7mm厚で150mm×150mmの基板を上に乗せ軽く押しながら基板長手方向にスライドさせた。続いて同基板を外し、150℃、2時間の焼成を行い、ポリアミク酸を硬化させ、真球状の微粒子を基板上に固定した。ここで真球状の微粒子の分散状態を目視、顕微鏡観察で調べたところ、実施例1同様、微粒子は単層で、且つほぼ平面的に見て図1に示すようなハニカム構造に配列されていた。

【0095】しかる後、この上に常温でアルミニウムを5000Å蒸着し、これを電極として再びアルミニウムを1μm電着メッキし、本実施例の反射板を得た。本実施例で作製した反射板は、実施例1同様、表面に球冠状の凸部を有し、反射面は金属光沢のあるAl膜からなり、球冠は平面的にハニカム構造に配置され球冠の半径は3.5μm、球冠の底面は半径およそ4.9μmとなっている。また球冠の凸部以外の領域は、ほぼ平坦な凹状になっていた。

【0096】このようにして得られた本実施例の反射板を液晶表示セルに張り合わせて素子を得た。

【0097】実施例と同じく図25の測定系で反射板の反射率を測定したところ、300%と高い値を示し、光源の入射角を30°から60°に変えて測定したところ、150%と高い値であった。また、同反射板を貼り付けた素子の反射率は全画素の液晶層への印加電圧4Vで6

8%と高く、コントラスト比も、印加電圧0Vとの対比で12:1と高い値を示した。

【0098】また、本実施例の反射板は実施例1、4の反射板よりもフィルム強度が強いものが得られ、取扱いが容易になる。

【0099】(実施例6) 実施例2同様、粒径が0.03μm以下のセラミック粒子を水に懸濁し、実施例1で得た反射板を第1の型としてその上に塗布し、室温で12時間乾燥させ、しかる後、1100℃で2時間焼成し、実施例1で得た反射板の型すなわち第2の型を作った。

【0100】この型を鋳型として用い、アルミニウムにて0.2mm厚の基板を作製し、本実施例の反射板を得た。次にこの反射板を実施例1と同構成のセルに張り合わせて本実施例の液晶素子を得た。

【0101】実施例1と同様に図22に示す測定系で、反射板の反射率を測定したところ、300%となり、また、図22の光源入射角を30°から60°に変えて測定した反射率は150%であった。この時の反射光は無彩色である。

【0102】また、本実施例の液晶セルの反射率は68%と高く、コントラスト比も12:1と実施例1同様に高い値を示した。

【0103】本実施例の反射板は製造が極めて容易であり、本製造方法により本実施例の反射板を大量に量産することができ、反射板のコスト低減をはかることができる。

【0104】(実施例7) 2枚の0.7mm厚のガラス基板12、13を用い、一方の対向基板13に図14

(a)、(b)に示すようなMIM素子20付き基板を作成した。図14(a)は画素の電極形状を示し、180μm×180μmの画素領域にイエロー用電極15Y、マゼンタ用電極15M、シアン用電極15Cを配置する。図14(b)は有効表示領域131の形状を示している。画素数は480(×3)×320である。しかる後、観察側基板12として、図14(c)、(d)に示すカラーフィルター付き基板を作製した。図14(c)、(d)に示すようなイエロー27Y、マゼンタ27M、シアン27Cの3色からなるカラーフィルター27付き基板を用いる。各フィルターに対応して有効表示領域121にITOストライプ電極14が形成される。実施例1同様、2枚の基板12、13に、配向膜としてAL-1051((株)日本合成ゴム製)を有効表示領域121、131に印刷、焼成し、前記ITOストライプパターンと平行であり、且つ対向する基板間で向きが

180° 逆となる方向にラビングして、しかる後、観察側基板12に基板間隙材として粒径8 μ mのマイクロパール（（株）積水ファインケミカル製）を散布密度100/mm²にて散布し、対向基板13の有効表示領域131周辺に5mm幅の開口部を設けた周辺シールパターンをスクリーン印刷法にて形成した。ここで用いたシール材料は1液性エポキシ樹脂であるXN-21（三井東圧化学（株）製）である。

【0105】しかる後、前記2枚の基板を電極面が対向するようにして重ね合わせて、基板間隙が前記基板間隙材の粒径と等しくなるよう加圧しながら180℃で2時間焼成し、本発明の液晶表示素子に用いる空セルを得た。しかる後、前記空セルに液晶材料として正の誘電異方性を示すネマティック液晶材料ZLI-4801-100（（株）メルクジャパン製、 $\Delta n=0.1055$ 、 $\Delta \epsilon=+4.9$ ）に黒色の染料LA103/4（（株）三菱化成製）を2.0wt%添加したものを減圧注入法にて注入して液晶層とし、前記周辺シールパターンの開口部を紫外線硬化樹脂UV-1000（商品名、（株）ソニーケミカル製）にて封止し、本発明のLCDに用いる液晶セルを得た。しかる後、実施例1同様にして、実施例1で試作した本発明の反射板表面に実施例1同様の透光性媒体層を設けてセルに貼り合わせた。使用した糊はポリビニルアルコールである。

【0106】実施例1同様、本実施例のLCDの反射率及びコントラスト比を図22に示す測定系で測定した。液晶層への印加電圧が4VとなるようMIM素子を用いて全面（全画素）に電圧を印加して、反射率は36%とカラー表示しているにもかかわらず、極めて高い値であり、また、液晶層への印加電圧が0Vと4VとなるようMIM素子を用いて全面（全画素）に電圧を印加してコントラスト比を測定したところ、9:1と極めて高い値であった。

【0107】（実施例8）実施例1同様、0.7mm厚で120mm×90mmのガラス基板上に粘度が60cPのポリアミク酸HL-1100（商品名、（株）日立化成製）を600Aの厚みでスピンコートし、5分ほど室温で乾燥させた後、前記ポリアミク酸膜状に粒径7.0 μ mの真球状の微粒子、マイクロパール（商品名、（株）積水ファインケミカル製）を散布し、しかる後、を0.7mm厚で150mm×150mmの基板を上に乗せて軽く押しながら基板長手方向にスライドさせた。次に上に載せた基板を外し、150℃2時間の焼成を行い、前記ポリアミク酸を硬化させ、前記真球状の微粒子

を基板上に固定させた。ここで、真球状の微粒子の分散状態を目視、顕微鏡観察で調べたところ、微粒子は単層で、且つほぼ平面的に見て図1に示すようなハニカム構造に配列していた。

【0108】しかる後、粘度が120cPのポリアミク酸HL-1100を液晶配向膜として600Aの厚みでスピンコートし、150℃、2時間の焼成を行い、ポリアミク酸を硬化させた。しかる後、常温でアルミニウムを5000A蒸着し、本実施例の反射板を得た。反射面は金属光沢のあるAl層であり、球冠は平面的にハニカム構造に配置され球冠の半径は3.5 μ mであり、球冠の底面の半径は約2.5 μ mとなっている。また球冠の凸部以外の領域は、ほぼ平坦な凹状になっていた。

【0109】この反射板の反射率を図22の測定系により、標準白色板を基準にして測定したところ、反射率は400%と実施例1以上に高い値であった。また、図22における光源の入射角を30°から60°に変えて測定したところ、反射率は110%と高かった。また、反射光は、干渉を起こさずほぼ無彩色であった。本実施例の反射板は、実施例1の反射板と比較して、表面の反射率は高く、逆に視角依存性は悪くなっている。本実施例から球冠の中心角を変えることによって視角特性を制御することができることがわかる。しかしながら、視角を含めて全体の反射率は、この中心角に依存することなく、ほぼ同一であり、きわめて優れた反射率を確保している。

【0110】この反射板を実施例1の液晶セルに適用し、図22に示す測定系で素子の反射率及びコントラスト比を測定した。液晶層への印加電圧が4VとなるようMIM素子を用いて全面（全画素）に電圧を印加して反射率を測定した結果、反射率は76%と実施例1同様に高い値を得た。また液晶層への印加電圧が0Vと4Vの場合に得られる各コントラストの比を測定したところ、12:1と高い値を得た。

【0111】

【発明の効果】本発明により、反射率が高く視角特性に優れた反射層を得ることができ、この反射層を用いて明るくコントラスト比の高い反射型LCDが実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の反射層の構成を説明するもので、

(a)は平面図、(b)はA-A線に沿う端面図、

(c)はB-B線に沿う断面図

【図2】本発明のLCDの構造の一例を説明する断面図

【図3】(a)(b)は従来の反射板の構造、及び反射の特性、機能を説明する図

【図 4】本発明の反射層の球冠の作用を説明する略図

【図 5】本発明の反射層の作用を説明する略図

【図 6】本発明の反射層の作用を説明する略図

【図 7】本発明の反射層の一回反射で出射する光の比率の特性図

【図 8】種々の反射板の反射率の視角、光源角度 (ω) 依存性の特性図

【図 9】種々の反射型 LCD の反射率、コントラスト比の視角、光源角度 (ω) 依存性の特性図

【図 10】本発明の反射層の製造工程を説明する図

【図 11】本発明の一実施例を説明するもので、(a) は LCD の断面図、(b) (c) (d) (e) は平面図、3 に用いた基板の電極構造、及びセル構成を説明する図

【図 12】本発明の他の実施例の電極構造を説明するもので、(a) は平面図、(b) は有効表示領域の平面図

【図 13】本発明の他の実施例を説明するもので、

(a) は平面図、(b) は断面図

【図 14】(a) (b) (c) (d) は本発明の他の実施例を説明する平面図、ただし (c) は略断面図を含む

【図 15】従来の液晶表示素子である TN 型 LCD の断面構造を説明する図

【図 16】従来の液晶表示素子である偏光板 1 枚モード ECB 型 LCD の断面構造を説明する図

【図 17】従来の液晶表示素子である PC-GH 型 LCD の断面構造を説明する図

【図 18】従来の液晶表示素子である GH-HOMO 型 LCD の断面構造を説明する図

【図 19】従来の液晶表示素子である 2 層型 GH-HOMO 型 LCD の断面構造を説明する図

【図 20】従来の液晶表示素子である GH 型 LCD の断面構造を説明する図

【図 21】図 20 に示す GH 型 LCD の表示原理を説明する図

【図 22】反射率、コントラスト比の測定系を説明する図

【符号の説明】

10…液晶表示素子 (LCD)

11…液晶セル

12…観察側基板

13…対向基板

14、15…電極

16…液晶層

LM…液晶分子

GH…染料

17…偏光板

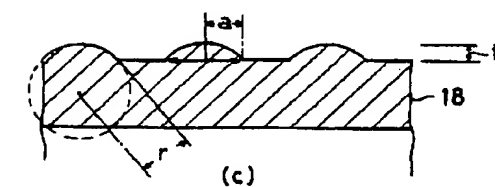
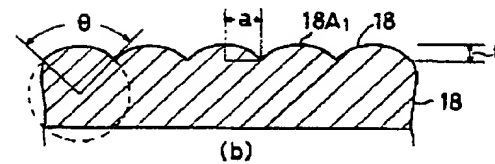
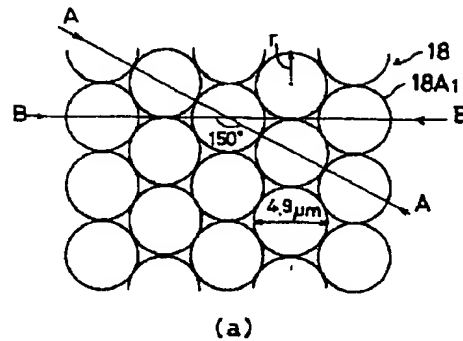
18…反射層

18A…球冠

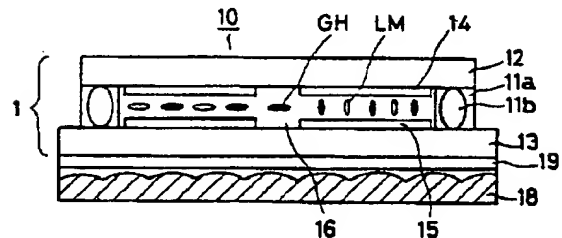
19…4分の1波長板

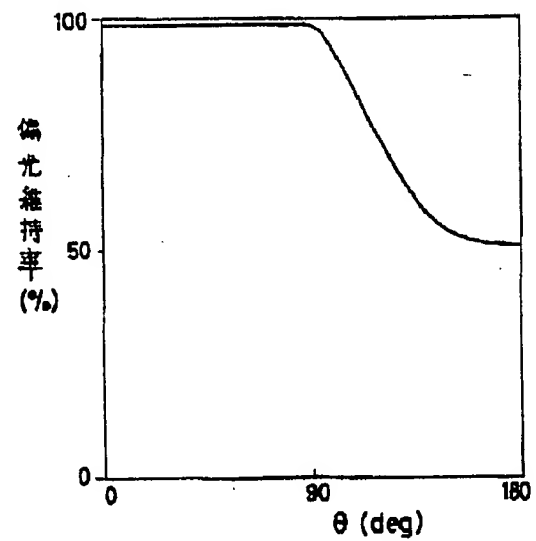
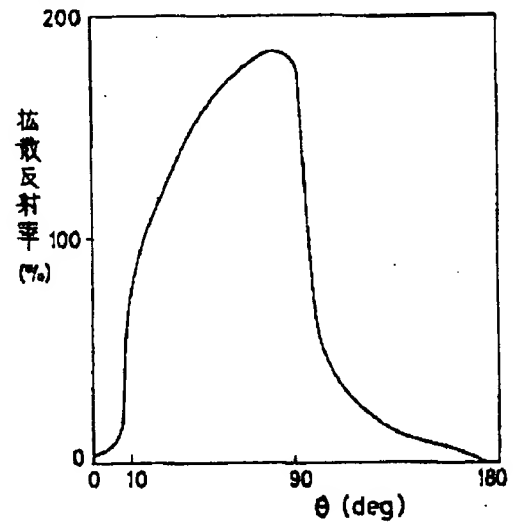
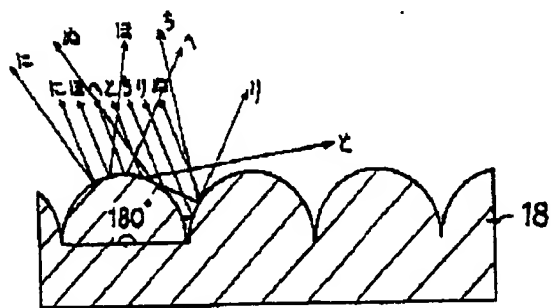
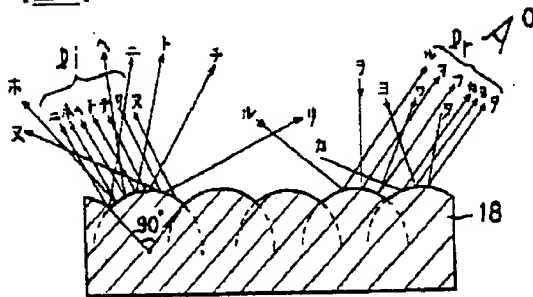
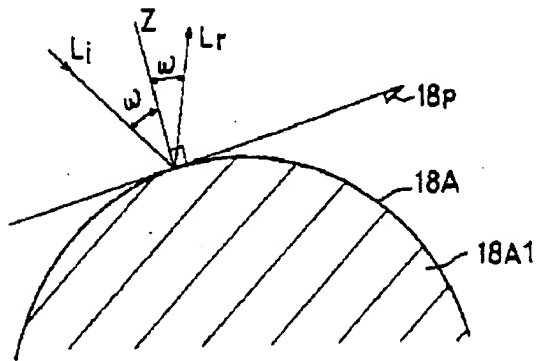
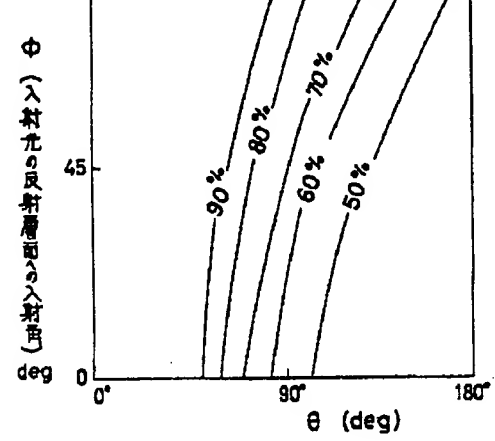
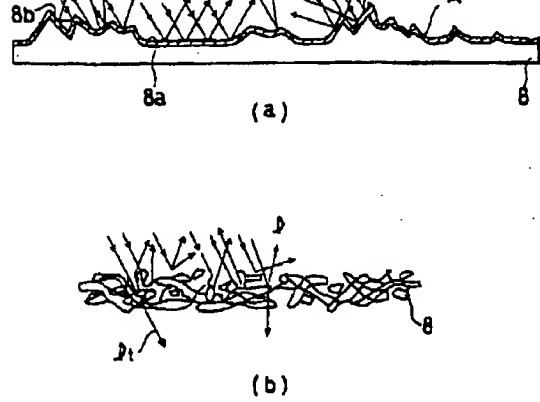
20…MIM素子

【図 1】

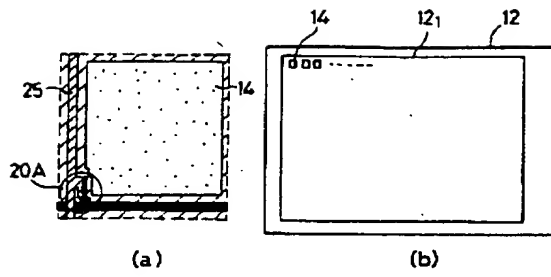


【図 2】

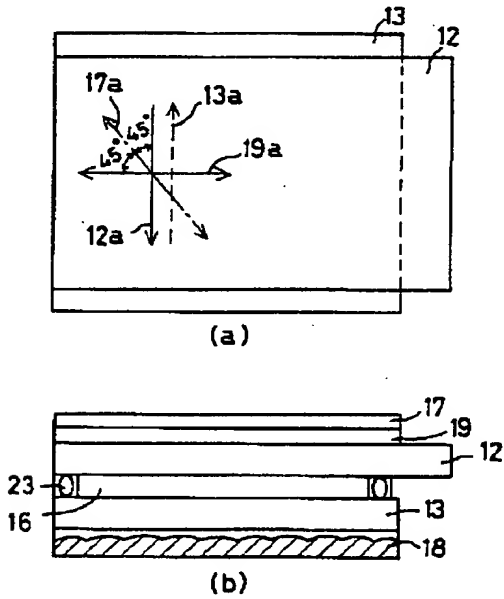




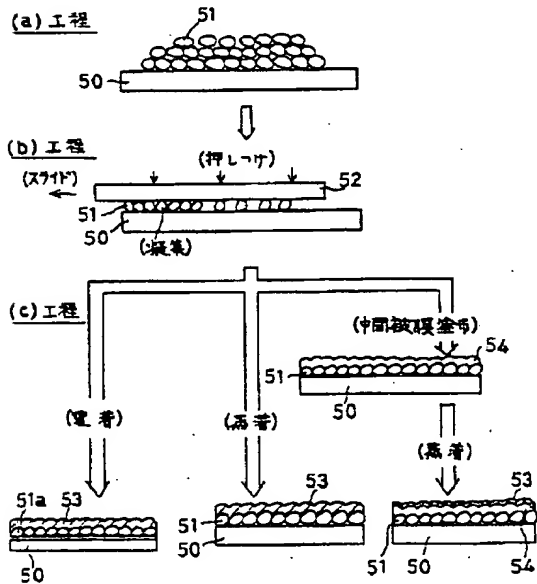
【図 1 2】



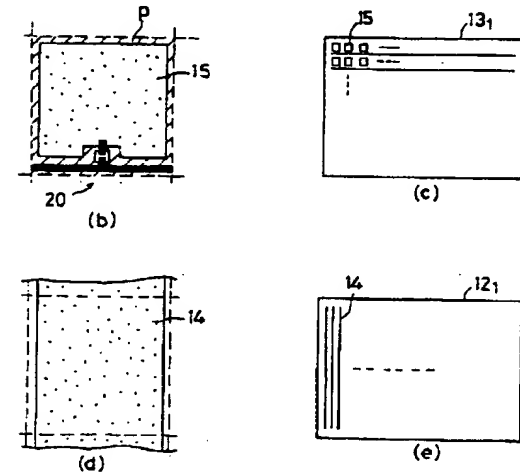
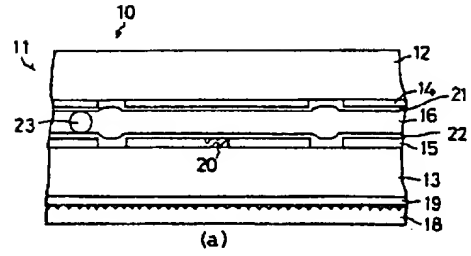
【図 1 3】



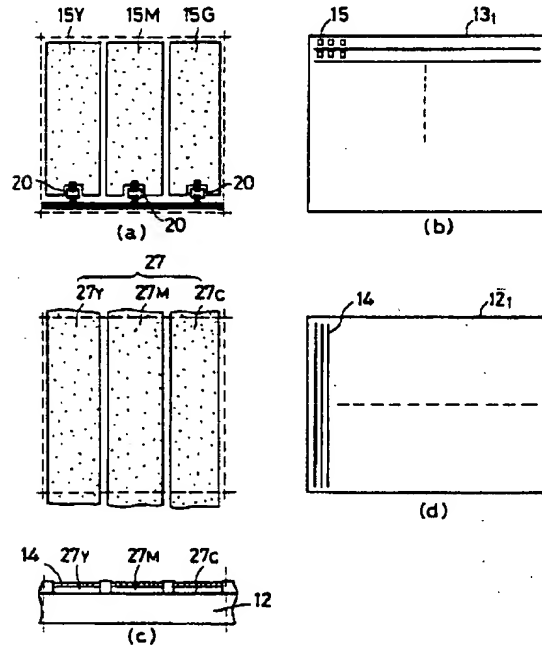
【図 1 0】

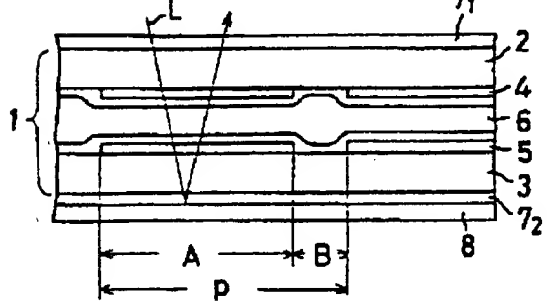


【図 1 1】

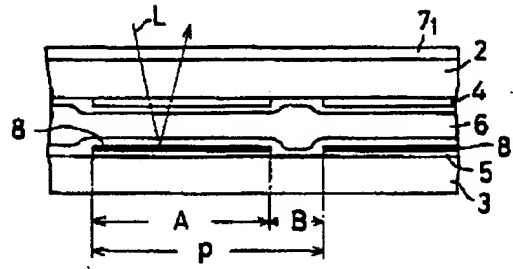


【図 1 4】

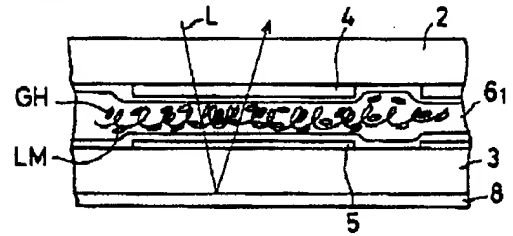




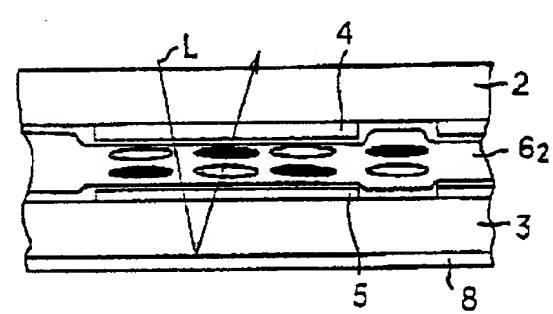
【图 16】



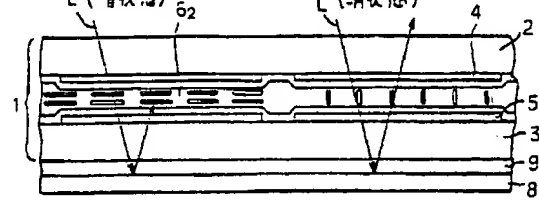
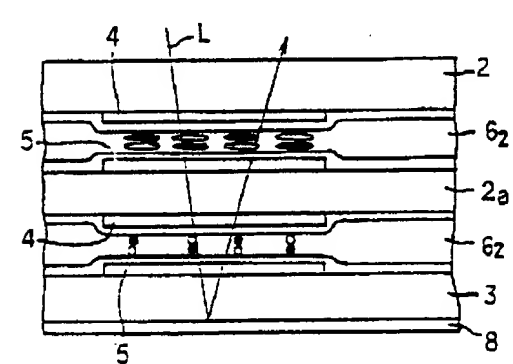
【图 17】



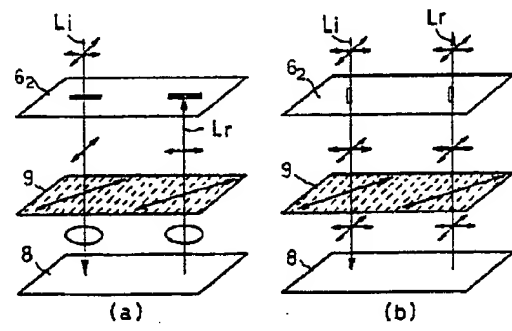
【图 18】



【图 19】



【图 21】



【图 22】

